



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

22141 U.S. PTO  
10/773364



020904

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

**Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°**

03002821.1

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03002821.1  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 07.02.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zur Positionsbestimmung eines Teilnehmers in einem  
Funkkommunikationssystem

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

G01S/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Beschreibung

Verfahren zur Positionsbestimmung eines Teilnehmers in einem Funkkommunikationssystem

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 zur Positionsbestimmung eines Teilnehmers in einem Funkkommunikationssystem.

10

Bei Funkkommunikationssystemen sind Anordnungen mit Basisstationen und Antenneneinrichtungen bekannt, bei denen Sendesignale von mehreren Teilnehmern zu einem Sendesummensignal zusammengefasst werden und dieses Sendesummensignal leitungsgebunden von der Basisstation an mindestens zwei räumlich verteilte Antenneneinrichtungen zur Abstrahlung gelangt. Andererseits werden über die Antenneneinrichtungen empfangene Funkempfangssignale von Teilnehmern zu einem Empfangssummensignal zusammengefasst, das leitungsgebunden zur Basisstation übertragen wird.

20

Bei einer Verwendung von Glasfaserkabeln zur leitungsgebundenen Übertragung werden oben genannte Summensignale im allgemeinen durch analoge Modulation eines Halbleiterlasers erzeugt.

25

Weiter sind Verfahren zur Positionsbestimmung eines Teilnehmers in einem Mobilfunkkommunikationssystem bekannt, die mit Hilfe von Laufzeitmessungen über Transceiver Positionsbestimmungen eines Teilnehmers durchführen. Beispiele dafür sind auf dem sogenannten „Timing Advance Mechanismus“ basierende Positionsbestimmungsverfahren in einem GSM-Mobilfunksystem.

30

Eine Verwendung eines derartigen Verfahrens ist jedoch im oben beschriebenen Funkkommunikationssystem, bei dem Basisstationen mit räumlich verteilten Antenneneinrichtungen verwendet werden, nicht einsetzbar, da aufgrund von Mehrwegeausbreitungen und aufgrund der Empfangssituation lediglich mehr-

35

deutige Positionsbestimmungen erzielbar sind. Diese Mehrdeutigkeiten wären lediglich unter Einsatz von kostenaufwändigen zusätzlichen Transceivern minimierbar.

- 5 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein kostengünstiges Verfahren zur Positionsbestimmung eines gesuchten Teilnehmers in einem Funkkommunikationssystem anzugeben, bei dem einer Basisstation mindestens zwei Antenneneinrichtungen zum Signalempfang zugeordnet sind.

10 Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

- 15 Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden bevorzugt Glasfaserkabel zur Signalübertragung verwendet - sowohl sendeseitig als auch empfangsseitig. Aufgrund der sehr geringen Dämpfungswerte sind die individuellen Leitungslängen, bzw. die entsprechend der Erfindung festzulegenden Unterschiede zwischen den Leitungslängen derart wählbar, dass bei guter Signalqualität Mehrdeutigkeiten bei der durchzuführenden Laufzeitmessung vermieden werden.

25 Beim erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Positionsbestimmung basierend auf einer sogenannten „Round Trip“ Laufzeitmessung, wie sie beispielsweise in „3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Physical Layer - Measurements (FDD), Release 4“, 3GPP TS 25.215, v4.5.0 (2002-09), Sektion 5.2.8, oder in „3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Requirements for Support of Radio Resource Management (FDD), Release 4“, 3GPP TS 25.133, v4.6.0 (2002-09), Sektion 5.2.8, Sektion 9.2.8, beschrieben ist.

- 35 Dabei wird ein teilnehmerspezifisches Signal beispielsweise von einer Basisstation zu einem Teilnehmer gesendet und von diesem ein Teilnehmersignal zur Bestätigung an die Basissta-

tion zurückübertragen. Bei einer „Round Trip“ Laufzeitmessung wird die gesamte Laufzeit dieser Signale zwischen Basisstation und Teilnehmer bestimmt.

- 5 Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

10 FIG 1 eine Basisstation BTS mit räumlich verteilten Antenneneinrichtungen ANT1 bis ANT3 zur Durchführung der erfindungsgemäßen Positionsbestimmung.

15 Im Folgenden werden Glasfaserkabel GFK zur Signalübertragung zwischen der Basisstation BTS und den drei Antenneneinrichtungen ANT1 bis ANT3 verwendet.

20 Seitens der Basisstation BTS werden Sendesignale SS1 eines ersten Teilnehmers TN1 mit einem Sendesignal SS2 eines zweiten Teilnehmers TN2 und mit einem Sendesignal SS3 eines dritten Teilnehmers TN3 zu einem Sendesummensignal SSUM zusammengefasst. Das Sendesummensignal SSUM gelangt über ein Glasfaserkabel GFK an alle drei Antenneneinrichtungen ANT1 bis ANT3 zur Abstrahlung.

25 Dabei ist einer ersten Antenneneinrichtung ANT1 beispielsweise in einem Indoor-Funkkommunikationssystem ein erster Raum R1 eines Gebäudes G zur Funkversorgung zugewiesen, in dem sich der erste Teilnehmer TN1 aufhält. Entsprechend werden einer zweiten bzw. einer dritten Antenneneinrichtung ANT2  
30 bzw. ANT3 ein zweiter bzw. ein dritter Raum R2 bzw. R3 zur Funkversorgung des zweiten bzw. dritten Teilnehmers TN2 bzw. TN3 zugewiesen.

35 Seitens der Teilnehmer TN1 bis TN3 wird das über die Antenneneinrichtungen ANT1 bis ANT3 abgestrahlte Sendesummensignal SSUM empfangen und teilnehmerspezifisch aus dem Sendesummen-

signal SSUM das für den jeweiligen Teilnehmer TN1 bis TN3 bestimmte Sendesignal SS1 bis SS3 ermittelt.

5 Entsprechend werden von den Teilnehmern TN1 bis TN3 abgestrahlte Signale SIG1 bis SIG3 über die jeweils den Teilnehmern TN1 bis TN3 zugeordneten Antenneneinrichtungen ANT1 bis ANT3 als Empfangssignale ES1 bis ES3 empfangen und zu einem Empfangssummensignal ESUM zusammengefasst. Das Empfangssummensignal gelangt wiederum über ein Glasfaserkabel GFK zur  
10 weiteren Verarbeitung zur Basisstation BTS.

Sowohl die sendeseitige als auch die empfangsseitige Summensignalübertragung erfolgt besonders vorteilhaft mit Hilfe einer gemeinsamen Verbindungsleitung.

15 Für jede einzelne Antenneneinrichtung ANT1 bis ANT3 werden nun individuelle Leitungslängen LNG1 bis LNG3 derart gewählt, dass basierend auf einer teilnehmerspezifisch durchgeführten Round-Trip-Laufzeitmessung eine dem jeweiligen Teilnehmer TN1 bis TN3 zugeordnete Antenneneinrichtung ANT1 bis ANT3 eindeutig  
20 bestimmt werden kann.

Eine eindeutige Bestimmung ist beispielsweise möglich, indem ein Längenunterschied  $\Delta(i)$  zwischen individuellen Leitungslängen LNG(i+1) und LNG(i) benachbarter Antenneneinrichtungen ANT(i+1) und ANT(i) anhand folgender Formeln gewählt wird:

$$\Delta = \text{LNG}(i+1) - \text{LNG}(i) \geq \text{Const, mit}$$

30  $\text{Const} = r \cdot v / c$

mit

i als Laufvariable zur Kennzeichnung einer einer i-ten Antenneneinrichtung zugeordneten Leitungslänge LNG,  
35 r als Reichweite eines Funkversorgungsbereichs,  
v =  $2 \cdot 10^8$  m/s als Glasfaser-Gruppengeschwindigkeit, und  
c =  $3 \cdot 10^8$  m/s als Gruppengeschwindigkeit in Luft.



Beispielsweise wird eine Leitungslänge  $LNG(i)$  eines  $i$ -ten Kabels gewählt zu:

$$LNG(i) = i * Const$$

Wenn für eine Signallaufzeit  $t$  gilt:

$$2*i*Const/v < t < 2*(i+1)*Const/v$$

10

werden Mehrdeutigkeiten bei der durchzuführenden Laufzeitmessung vermieden und ein Teilnehmer kann einer  $i$ -ten Antenneneinrichtung eindeutig zugeordnet werden.

15

Unter der Annahme, dass eine maximale Zellgröße als Reichweite einer Antenneneinrichtung beispielsweise bei  $r=300$  m liegt, ergibt sich nach oben genannter Formel für Zuleitungskabel benachbarter Antenneneinrichtungen ein minimal erforderlicher Längenunterschied

20

$$\Delta(i) = LNG(i+1) - LNG(i) \geq Const$$

$$\Delta(i) \geq 200m.$$

25

Ein Glasfaserkabel weist typische Dämpfungswerte von ca. 0,2 dB/km auf, so dass eine Verlegung von zusätzlichen Leitungslängen kein Dämpfungsproblem verursacht.

30

Für die erste Antenneneinrichtung ANT1 wird eine Glasfaserkabelstrecke mit folgender individueller Zuleitungslänge  $LNG1$  gewählt:

$$LNG1 = 600 \text{ m}$$

35

Für die zweite und die dritte Antenneneinrichtung ANT2, ANT3 ergeben sich Glasfaserkabelstrecken mit den individuellen Zuleitungslängen  $LNG2$  und  $LNG3$ :

$$\text{LNG3} = \text{LNG2} + \Delta = 1000 \text{ m}$$

$$\text{LNG2} = \text{LNG1} + \Delta = 800 \text{ m.}$$

- 5 Stellvertretend betrachtet wird für den ersten Teilnehmer TN1 eine Round-Trip-Laufzeitmessung durchgeführt und, basierend auf den durch die Längenunterschiede der Glasfaserkabelstrecken bedingten Laufzeitunterschieden, die erste Antenneneinrichtung ANT1 als dem ersten Teilnehmer TN1 zugeordnete Empfangsantenne ermittelt.
- 10 Damit ergibt sich als Position des ersten Teilnehmers TN1 der der ersten Antenneneinrichtung ANT1 zur Funkversorgung zugeordnete Raum R1.
- 15 Typischerweise werden verteilte Antenneneinrichtungen zur Funkversorgung sogenannter Piko-Funkzellen innerhalb eines Indoor-Funkkommunikationssystems verwendet.

07 Feb. 2003

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionsbestimmung eines Teilnehmers in einem Funkkommunikationssystem,

- 5       - bei dem Sendesignale von Teilnehmern zu einem Sendesummensignal zusammengefasst werden, das leitungsgebunden von einer Basisstation an mindestens zwei Antenneneinrichtungen zur Abstrahlung gelangt,
- 10       - bei dem über die mindestens zwei Antenneneinrichtungen empfangene Empfangssignale von Teilnehmern zu einem Empfangssummensignal zusammengefasst werden, das leitungsgebunden zur Basisstation gelangt,

**dadurch gekennzeichnet,**

- 15       - dass jeder einzelnen Antenneneinrichtung jeweils ein individueller Bereich zur Funkversorgung der dortigen Teilnehmer zugeordnet wird,
- 20       - dass zur Signalübertragung verwendete Leitungslängen für jede Antenneneinrichtung derart individuell gewählt werden, dass mit Hilfe einer auf dem Sendesignal und Empfangssignal eines gesuchten Teilnehmers basierenden Round-Trip-Laufzeitmessung eine Antenneneinrichtung ermittelt wird, über die das Empfangssignal eines gesuchten Teilnehmers empfangen wird, und
- 25       - dass über den der ermittelten Antenneneinrichtung zugeordneten funkversorgten Bereich die Position des gesuchten Teilnehmers ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungslängen mittels einer optische Verbindungsleitung bzw. Glasfaserleitung realisiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Leitungslängenunterschiede  $\Delta$  zwischen benachbarten Antenneneinrichtungen zugeordneten Leitungslängen anhand der Formeln:

$$\Delta = \text{LNG}(i+1) - \text{LNG}(i) \geq \text{Const}, \text{ mit}$$

$$\text{Const} = r \cdot v / c$$

bestimmt werden, mit:

i als Laufvariable zur Kennzeichnung einer i-ten Antenneneinrichtung zugeordneten Leitungslänge LNG,

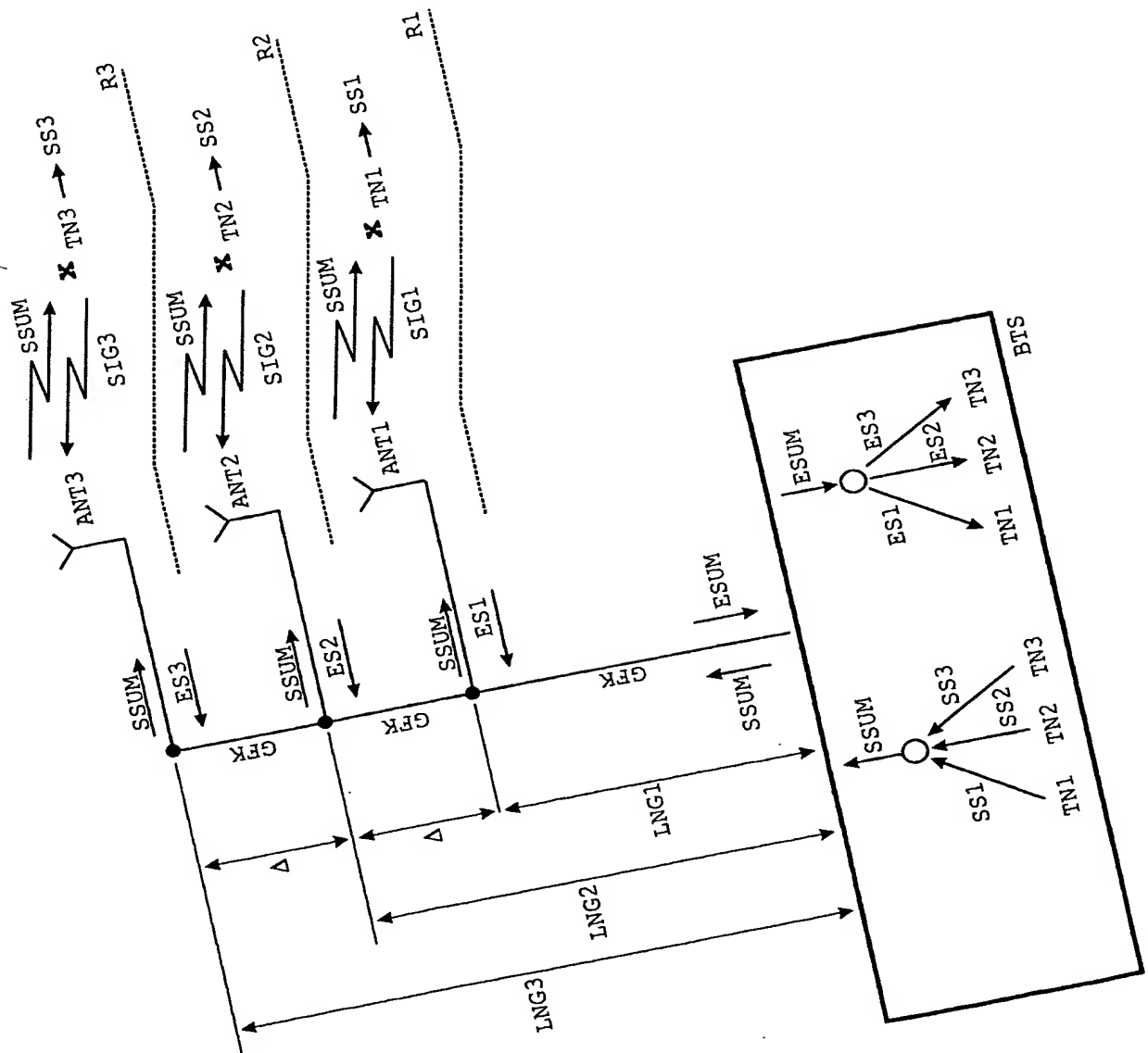
r als Reichweite eines Funkversorgungsbereichs,

v =  $2 \cdot 10^8$  m/s als Glasfaser-Gruppengeschwindigkeit, und

c =  $3 \cdot 10^8$  m/s als Gruppengeschwindigkeit in Luft.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkkommunikationssystem als Indoor-Funkkommunikationssystem verwendet wird und jede Antenneneinrichtung jeweils einen ihr zugeordneten Gebäudebereich funkversorgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die sendeseitige und die empfangsseitige Summensignalübertragung mit Hilfe einer gemeinsamen Verbindungsleitung durchgeführt wird.



2002 19852  
FIG 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

07. Feb. 2003

## Zusammenfassung

Verfahren zur Positionsbestimmung eines Teilnehmers in einem  
Funkkommunikationssystem

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Positionsbestimmung  
eines Teilnehmers in einem Funkkommunikationssystem, bei dem  
Sendesignale von Teilnehmern zu einem Sendesummensignal zu-  
sammengefasst werden, das leitungsgebunden von einer Basis-  
station an mindestens zwei Antenneneinrichtungen zur Abstrah-  
lung gelangt. Über die Antenneneinrichtungen werden Empfangs-  
signale von Teilnehmern empfangen und zu einem Empfangssum-  
mensignal zusammengefasst, das leitungsgebunden zur Basissta-  
tion gelangt. Erfindungsgemäß wird jeder einzelnen Antennen-  
einrichtung jeweils ein individueller Bereich zur Funkversor-  
gung der dortigen Teilnehmer zugeordnet. Zur Signalübertra-  
gung verwendete Leitungslängen werden für jede Antennenein-  
richtung derart individuell gewählt, dass mit Hilfe einer auf  
der Sendesignal und Empfangssignal eines gesuchten Teilneh-  
mers basierenden Round-Trip-Laufzeitmessung eine Antennenein-  
richtung ermittelbar ist, über die das Empfangssignal eines  
gesuchten Teilnehmers empfangen wird. Über den der ermittel-  
ten Antenneneinrichtung zugeordneten funkversorgten Bereich  
wird die Position des gesuchten Teilnehmers ermittelt.

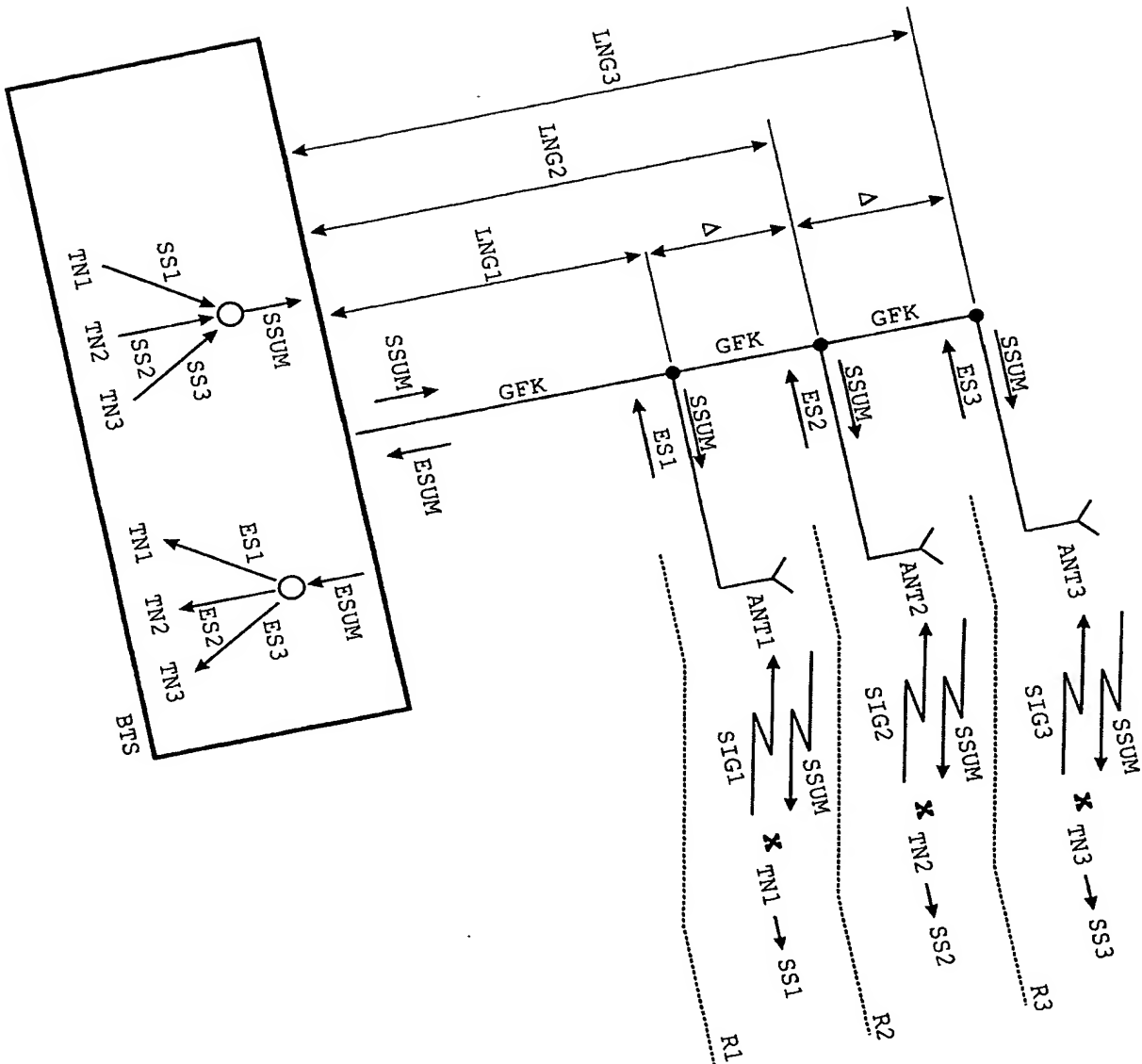
25

FIG 1

30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





THIS PAGE BLANK (USPTO)